第36卷 第2期 | 昆 虫 学 报 | Vol. 36, No. 2
1993 年 5 月 | ACTA ENTOMOLOGICA SINICA | May, 1993

松突圆蚧的化学防治*

赵善欢 刘秀琼 黄彰欣 陈文奎 魏喜葵
(华南农业大学昆虫毒理研究室，广州 510642)

温佛仪
(广州民航管理局专业航空处，广州 510401)

摘要 经过应用20多种化学农药及其与植物油、矿物油的混合制剂进行室内药效筛选、林间地面喷雾试验和两年的飞机防治试验，我们研制出能有效地防治松突圆蚧(*Hemiberlesia pitysophila* Takagi)的药剂配方——植物油与矿物油的混合油剂。这种混合油剂在小区试验中用5%浓度，防治效果可达98.5%；用20%浓度进行飞机喷雾，药量折合5千克/亩，防治效果也达70%以上。这种混合油剂对松突圆蚧的重要天敌红点唇瓢虫(*Chilocorus Kuwanae*)成虫和丽蚜小蜂(*Encasia* sp.)安全，对环境一般无不良影响，同时乳化效果好，配制方便，值得开发应用。

关键词 松突圆蚧 植物油 矿物油 飞机防治

松突圆蚧(*Hemiberlesia pitysophila* Takagi)是严重为害松树，尤其为害马尾松(*Pinus massoniana* Lamb)的一种害虫。1982年首先在广东省毗邻港澳的深圳、珠海等地发现该虫的为害(松突圆蚧综合防治试验组，1986)。1983年其发生面积为171万亩(连俊和等，1985)。1987年广东省松突圆蚧防治指挥部报道，其发生面积已扩展达650万亩，至1992年已发展到1000万亩，可见其蔓延速度之快，现仍继续扩散为害。1983年始，一些科研单位对松突圆蚧的生物学特性、发生为害规律、化学防治和生物防治等方面开展了大量的研究工作。在化学防治方面，起初一个时期(1984—1988年)主要是采用松脂柴油乳剂进行大面积飞机喷雾，据报道在控制该虫的为害方面收到一定的效果。

为了进一步寻找更为安全、有效的农药，提高防治效果，控制该虫的蔓延，我们和有关单位协作，于1988年1月接受了广东省松突圆蚧防治指挥部委托的重点攻关课题"松突圆蚧化学防治的研究"。本文扼要报道了1988—1989两年来我们在探求防治松突圆蚧高效农药的试验研究上取得的成果。

材 料 和 方 法

一、供试药剂

供作药剂筛选用的化学农药及植物性农药详见表1。

二、试验方法

(一) 室内筛选试验：采用浸渍法。每种药剂处理5个枝条，重复4次。枝条在药液中浸渍3秒钟左右，取出凉干，然后插入清水中保青。于处理后10天，取出针叶，在双目放大镜下检查试虫死亡情况。对照组用清水浸渍枝条。

本文于1992年5月收到。
经编委会讨论同意提前发表。
* 本校研究生张金玉、吴美良、龙丽苹、黎演彬，广东省仲恺农业技术学院杨乐恩、张天佑老师及广州民航管理局专业航空处王军、王成立等参加了部分工作。

表 1 化学杀虫剂防治松突圆蚧室内试验结果

药剂名称*	生产厂家	使用浓度(ppm)	施药后10天调查结果			
			总虫数	死虫数	死亡率(%)	校正死亡率(%)
40% 氧化乐果乳油	河北石家庄第二化工厂	1000	451	425	94.2	87.7
40% 乙酰甲胺磷乳油	广东江门农药厂	1000	417	301	72.2	40.9
40% 二嗪农乳油	武汉市农药厂	1000	413	380	90.2	83.0
25% 优乐得可湿粉	农药株式会社(日本)	125	394	299	75.9	48.7
8% 增效虫螨灵乳油	广东番禺农药厂	270	425	299	70.4	37.0
20% 双甲脒乳油	FBC 公司(英国)	666.7	348	242	69.5	29.7
44% 乐斯苯乳油	DOW 氏公司(美国)	1100	539	505	93.7	85.5
25% 喹硫磷乳油	浙江嘉兴市农药厂	625	341	335	98.2	95.9
60% 鱼藤柴油乳膏	广东杨村农药厂	12000	604	540	89.4	75.6
90% 杜邦万灵可湿粉	台湾杜邦股份有限公司	2250	530	497	93.8	85.7
3% 氯唑磷颗粒剂	CIBA-GEIGY公司(瑞士)	1500	431	386	89.6	68.8
40% 水胺磷乳油	河南信阳化工厂	1000	555	544	98.0	94.3
2.5% 溴氰菊酯乳油	尤克拉福公司(法国)	40	329	206	62.3	
10% 高效灭百可乳油	壳牌公司(英国)	200	616	576	77.3	32.0
20% 混合油剂(茶油混柴油)加入二嗪农(1:400)	自配		307	291	94.8	84.4
25% 杀虫脒水剂	广东石岐农药厂	1250	664	507	76.4	29.4
对照(清水)			914	517	56.6	

* 表中部分药剂的英文商品名称如下：① 优乐得 (Applaud), ② 双甲脒 (Amitraz), ③ 乐斯苯 (Lorsban), ④万灵 (Lannate), ⑤ 氯唑磷 (Miral), ⑥ 溴氰菊酯 (Decamethrin), ⑦ 灭百可 (Cypamethrin)。

（二）林间小面积试验：选取染虫的松树 4 株，用背负式喷雾器喷射供试药液，至全株湿润为止。喷后 15 天检查效果一次，以后再继续定期检查效果。方法是在试验树上随机抽取一定数量的松针进行药效检查。扩大面积的林间试验是采用机动高射程喷雾机进行地面喷雾，药效检查方法同上。

（三）飞机喷雾试验：两次飞机喷雾试验分别于 1988 年 11 月在惠阳县秋长镇和 1989 年 10 月在东莞市大岭山林场进行。在惠阳县的试验设两种处理：① 混合油(橡胶籽油混柴油)混加 40% 哒嗪硫磷；② 混合油(橡胶籽油 7 份混柴油 3 份)。每处理飞行一架次，喷药面积 300 亩。采用国产"运五"型农用飞机及所携带的常量喷雾设备，航线单向长 1334 米，每航带宽 50 米，航空总宽 150 米。东莞市大岭山林场的试验设两种处理：① 混合油（橡胶籽油混柴油）；②惠东"82"松脂柴油乳剂（广东省惠东县松脂柴油乳剂厂 1989 年产品)。每处理喷布面积 1000 亩(飞机飞行 5 架次，每架次 200 亩)。航线单向长 2500 米，宽 50 米。作业时天气良好，风速为 1—2 米/秒，药液飘移不大。

三、结果计算方法

药效检查结果依下式进行计算：

$$死亡率(\%) = \frac{死虫数}{调查总虫数} \times 100(\%)$$

$$校正死亡率(\%) = \frac{(T_a - T_b) - (CK_a - CK_b)}{100 - T_b - (CK_a - CK_b)} \times 100(\%)$$

T_a：处理后处理组试虫死亡率，T_b：处理前处理组试虫死亡率 CK_a：处理后对照组试虫死亡率，CK_a：处理前对照组试虫死亡率。

结　　果

一、室内化学药剂筛选

经室内初步筛选，施药后 10 天检查结果见表 1。可见供初步筛选的 16 种杀虫剂中有 7 种在所试验的浓度下防治效果达 80% 以上。

二、林间小区地面喷雾试验

我们在广东省增城县太寺坑林场和深圳市农业科学研究中心两地进行了多次林间小区喷雾试验。供试的药剂是综合考虑了室内筛选所用各种药剂的药效、对人畜的毒性、价格及来源等因素后而选定的。各种药剂(单剂及混剂)均与惠东“82”松脂柴油乳剂的效果作对比。表 2 和表 3 是两地多次试验结果的综合。

表 2　几种杀虫剂林间防治松突圆蚧的效果　　(广东增城，1988 年)

药剂名称	使用浓度	喷药后 15 天调查结果			
		总虫数	死虫数	死亡率(%)	校正死亡率*(%)
惠东“82”松脂柴油乳剂	1:9	485	309	63.7	51.8b
40% 二嗪农乳油	1:100	526	342	65.0	53.5b
苦楝油混柴油	1:20	529	523	98.9	98.5a
苦楝油混二嗪农乳油(20:1)	1:20	498	495	99.4	99.2a
橡胶籽油混二嗪农乳油(20:1)	1:20	509	509	100	100a
对照(清水)		640	158	24.7	c

* 表内校正死亡率一栏，数字后标有相同字母者表示经 DMRT 检验，在 1% 水平上无显著差异。

表 3　几种杀虫剂林间防治松突圆蚧的效果　　(广东深圳，1988 年)

药剂名称	使用浓度	调查虫数		死亡虫数		死亡率(%)		校正死亡率(%)	
		总虫数	♀虫数	总虫数	♀虫数	总虫合计	♀虫合计	总虫合计	♀虫合计
惠东“82”松脂柴油乳剂	1:9	353	207	203	96	57.5	46.4	23.3	20.4
橡胶籽油混二嗪农乳油(20:1)	1:30	430	204	393	172	91.4	84.3	84.8	79.6
混合油混二嗪农乳油(20:1)	1:30	519	213	508	204	97.9	95.8	96.1	94.5
混合油混 40% 哒嗪硫磷乳油(20:1)	1:30	530	206	509	187	96.0	90.8	93.3	88.6
40% 二嗪农乳油	1:400	480	209	365	132	76.0	63.2	57.6	51.8
40% 速扑杀乳油	1:400	342	203	193	98	56.4	48.3	36.9	35.8
对照(清水)		447	207	109	32	24.4	15.5		

① 表中数据为 5 月 27 日喷药后，6 月 19 日进行调查的结果。
② 喷药后即下大雨。
③ 混合油为橡胶籽油 3 份与柴油 7 份混合而成。

从表 2、表 3 的结果可以看出，供试的植物油或植物油与柴油的混合油剂对松突圆蚧的防治效果很好，喷施 5% 浓度的混合油，杀虫效果达 98% 以上。使用这个浓度的混合油，加入化学农药和不加入化学农药的对比，其杀虫效果差异不大。降低油剂的使用浓

度，而加入少量化学农药，也可获得很高的杀虫效果，比单用化学农药的效果显著增高。

三、飞机喷雾试验

表4的结果是1988年在广东省惠阳县秋长镇进行的飞机喷药防治松突圆蚧的试验结果。喷药前在设计好的两个处理区和对照区，分别随机抽取带虫的针叶各3组，室内镜检其蚧虫总数、♀虫数及死亡虫数，求得其死亡率。喷药后17天(11月20日)于各区采样检查效果。方法是每处理区分15个点采样，对照区则分10个点采样，采样点均匀分布各方，每点的样本是从几株树上采得。调查结果表明，飞机喷洒这两种混合药剂配方后，对松突圆蚧的防治均收到一定的效果。混合油混加哒嗪硫磷的防治效果：各虫态合计死亡率为68.77%，♀蚧死亡率为74.86%。不混加化学农药的混合油(橡胶籽油混柴油)其防治效果：各虫态合计死亡率为61.8%，♀蚧死亡率为58.2%。

表4 飞机喷雾防治松突圆蚧的效果 (广东惠阳县，1988年)

处理	喷药前调查				喷药后17天调查					
	总虫数		死亡率(%)		总虫数		死亡率(%)		校正死亡率(%)	
	♀	各虫态	♀	各虫态	♀	各虫态	♀	各虫态	♀	各虫态
混合油混加哒嗪硫磷乳油(22%混合油+2.6%哒嗪硫磷 33%)	349	767	24.64	17.7	511	1072	82.97	79.85	74.86	68.77
混合油(橡胶籽油+柴油)	307	699	38.11	20.17	1777	3958	77.32	76.30	58.20	61.80
对照	374	772	31.28	19.56	811	1644	38.89	37.34		

① 喷药量折合为每市亩3千克。
② 混合油为橡胶籽油7份与柴油3份混合而成。

1989年在广东省东莞市郊大岭山林场进行另一次飞机喷药试验。两种药剂处理是：①混合油(橡胶籽油混柴油)；②惠东“82”松脂柴油乳剂。这两种处理的原液分别按1：4兑水稀释后施用。喷药量折合为每市亩喷稀释药液5千克。对照区选在离处理区较远而确保沾染不到喷雾液点的马尾松林。药效检查方法基本上与前一次相同(详见1988年在惠阳县进行的飞机喷药试验)。试验结果见表5。

表5 飞机喷雾防治松突圆蚧的效果 (广东东莞市郊，1989年)

处理	喷药前调查				喷药后16天调查					
	总虫数		死亡率(%)		总虫数		死亡率(%)		校正死亡率(%)	
	♀	各虫态	♀	各虫态	♀	各虫态	♀	各虫态	♀	各虫态
混合油(橡胶籽油混柴油)	2722	4517	29.5	31.3	3031	7721	72.8	80.8	61.3	72.2
惠东“82”松脂柴油乳剂	3027	5351	32.3	32.6	2848	5457	33.0	37.4	0.7	6.2
对照	3008	5387	27.6	37.0	2830	6277	27.9	36.6		

从表5所示结果可知，两种药剂处理的效果差异非常显著。我们研究室自行配制的混合油配方(橡胶籽油混柴油)其防治效果为： 各虫态合计死亡率72.2%，雌蚧死亡率

61.3%。而惠东县生产的“82”松脂柴油乳剂在本次试验中几乎无效。与1988年在惠阳县的飞机喷雾防治试验结果相比，本次试验结果准确性更高，因为本次飞防作业面积较大，采样检查虫数更多，作业过程中天气状况也适宜。所得的试验数据经生物统计分析，认为是可靠的。

四、几种油乳剂对松突圆蚧的天敌和鱼类的影响

（一）油乳剂对红点唇瓢虫（*Chilocorus kuwanae*）的毒力测定：

红点唇瓢虫是对松突圆蚧有明显控制作用的一种优势天敌，以捕食成蚧为主。1989年6月至7月，我们从惠东县白花镇采捕红点唇瓢虫的成虫，用不同浓度的橡胶籽油混柴油乳剂处理，所用浓度为5%、8%、10%、15%和20%。每个浓度设4个重复，每重复试虫10头。用Potter喷雾器进行喷药处理，每个浓度的用药量为2毫升。处理后24小时检查死亡率，求得橡胶籽油混柴油乳剂对红点唇瓢虫的致死中浓度(LC_{50})为10.18%（见图1)。

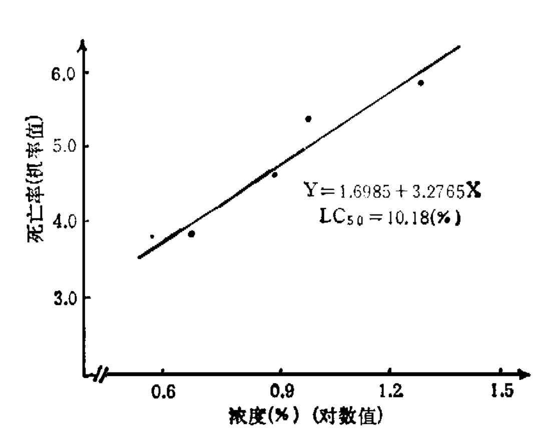


图1　橡胶籽油混柴油乳剂对红点唇瓢虫的毒力回归线

（二）油乳剂对寄生蚜小蜂的影响：

寄生于松突圆蚧的蚜小蜂种类不少。丽蚜小蜂（*Encarsia* sp.）和黄蚜小蜂（*Aphytis* sp.）就是两个优势的种类。我们于

表6　几种油乳剂对寄生蚜小蜂的影响　　（广东惠东县，1989年）

药剂名称	使用浓度	收蜂数			少收率(%)
		丽蚜小蜂	黄蚜小蜂	合计	
混合油I号（苦楝油混柴油）	6%	21	0	21	45
对照		22	0	22	
混合油II号（橡胶籽油混柴油）	5%	26	13	39	13.3
混合油II号(橡胶籽油混柴油)混加二嗪农乳油		2	0	2	95.6
对照		30	15	45	

表7　三种油乳剂对草鱼的毒力*

供试药剂	回归方程	48小时的TLm值(ppm)	95%置信限(ppm)	相关系数**
橡胶籽油混柴油	$y_1 = 1.7563 + 1.4982X$	146.2	114.2—187.2	0.9847[a]
橡胶籽油混柴油再混二嗪农乳油(1:12)	$y_2 = 2.3811 + 4.0420X$	67.0	58.9—76.3	0.9928[b]
惠东“82”松脂柴油乳剂	$y_3 = -4.8482 + 8.528X$	14.4	13.46—15.4	0.9943[b]

* 试验时平均水温为29℃。

** 统计分析为相关系数检验，a表示显著相关，b表示极显著相关。

1989 年 7 月进行了三种药剂配方对蚜小蜂的影响试验。取大量松枝喷药液至完全湿透。晾干后随机抽取 300 或 400 束松针装入盒中，连续 15 天记录出蜂数。每处理设 3 个重复。结果表明(见表 6)，供试的二种混合油乳剂配方对蚜小蜂影响不大。但在混合油中加入有机磷农药二嗪农（Diazinon)，则对蚜小蜂杀伤力很高。

（三）油乳剂对草鱼（*Ctenopharyngodon idellus*）的影响:

草鱼的鱼苗每尾长 6—7 厘米，购回后在室内饲养 4 天即供试验用。药剂处理包括有三种药剂配方（见表 7 及图 2）。每种配方处理有 4 个浓度。每个浓度设 4 个重复，每个重复有供试鱼苗 10 尾。试验方法是在每一个养鱼缸内盛清水 2000 毫升，加入供试药剂搅匀后，放入鱼苗，在 48 小时内观察及记录鱼的反应。从测定结果求出各种药剂配方对草鱼的耐药中量（TLm）均在 10ppm 以上，对草鱼的毒性都低。

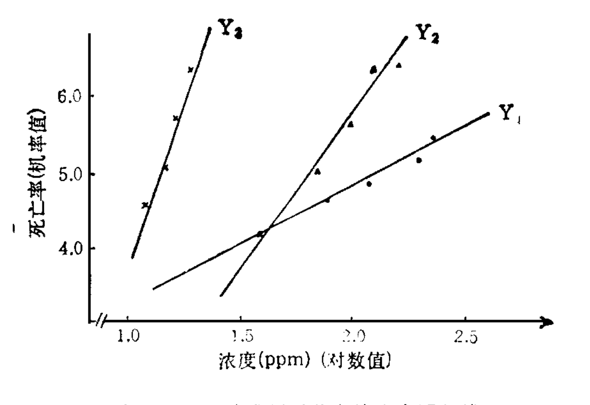


图 2 三种油乳剂对草鱼的毒力回归线
Y_1、Y_2、Y_3 的表示见表 7。

讨 论 与 结 论

经过两年来对松突圆蚧化学防治的试验研究，可以明确地作出下列几点结论:

1. 供试的植物油与柴油混合油剂对松突圆蚧防治效果很好。林间地面喷雾，使用5％浓度的混合油剂，防治效果达 98.5％。飞机喷雾用此混合油剂的稀释液(1: 4兑水稀释)，喷药量折合每市亩 5 千克，防治效果也达 70％ 以上，比广东惠东县生产的“82”松脂柴油乳剂杀虫效果好得多。我们研究室自行研制的混合油剂是由橡胶籽油 3 份和柴油 7 份混合再加入乳化剂调制而成。这两种油能很好地互溶，混合后理化性状很好。柴油中混入橡胶籽油，可增加柴油的粘性，使柴油易于乳化。同时，由于油剂增加了粘度，油滴喷到植物或虫体表面易于形成油膜，从而提高了杀虫效果。另一方面，我们通过试验探求得优质的乳化剂，并明确了这种乳化剂加入混合油剂中的适当份量。这样使配制成的混合油乳剂既具备有很好的乳化性能，耐贮存，又具有很高的杀虫效果。一般认为，油剂的杀虫机制主要是由于油剂形成的油膜封闭昆虫的气门而使其致死。因此，油剂的乳化性状如何对杀虫效果的高低起决定性作用。惠东“82”松脂柴油乳剂的乳化性状不好，因而其杀虫效果降低。

2. 橡胶籽油与柴油的混合油乳剂对松突圆蚧的重要天敌比较安全，对鱼类毒性低，不污染环境。此药剂对天敌红点唇瓢虫的致死中浓度（LC_{50}）为 10.18％，对松突圆蚧则为 1.44％，可见后者对此混合油乳剂敏感得多。林间小区喷药试验结果表明，使用此混合油乳剂的 5％ 药液，不再加入化学农药，对松突圆蚧的杀虫效果已高达 100％，而同时检查对两种天敌的影响：对红点唇瓢虫和寄生蚜小蜂的杀伤力均在 20％ 以下，一般认为，一个生物种群的死亡率若低于 20％，就说明了外界因素对该种群的生存不构成威胁。因

此，林间使用此混合油乳剂喷雾，其最高有效浓度对松突圆蚧的重要天敌红点唇瓢虫和寄生蚜小蜂都是安全的，对草鱼的毒力测定结果表明，此混合油乳剂对草鱼也安全。

3. 从化学农药药效的室内初步筛选结果来看，其中有一些药剂对松突圆蚧的毒杀效果比较高。通过综合考虑到各种药剂的药效、毒性、价格、来源等因素，我们选择了有机磷二嗪农作进一步的试验，二嗪农可以按任何比例加入此混合油乳剂中，混加二嗪农后乳化性状仍很好。同时，加入少量的二嗪农则可降低油乳剂的使用浓度，又同样可取得很高的防治效果。例如在 3% 混合油乳剂中，按 1：400 的配合量加入二嗪农进行地面喷雾，防治效果可达 90% 以上。

4. 飞机喷药是防治林业害虫的有效和必要的手段。两年的试验证明，对松突圆蚧这种隐藏在针叶叶鞘中的害虫，用飞机喷雾的方法进行防治效果是显著的。但考虑到农用飞机喷雾受气候条件影响较大，尤其是风速的影响更明显，加上山区林间地形复杂，"运五"型飞机飞行作业时，很难降低飞行高度，也不能根据地形变化，迅速地调整飞行高度，因而容易出现药液飘移严重和沉降不均匀的现象，降低了防治效果。建议今后改用直升飞机喷雾，以求改善上述情况，提高防治效果。

参　考　文　献

连俊和、唐子颖、王　军　1985　飞机喷洒松脂柴油乳剂防治松突圆蚧的示范试验。林业科技通讯 2：13—6。
松突圆蚧综合防治试验组(广东)　1986　松突圆蚧生物学特性及发生规律的研究。林业科技通讯 5：3—7。

THE CHEMICAL CONTROL OF THE PINE ARMOURED SCALE *HEMIBERLESIA PITYSOPHILA* TAKAGI

CHIU SHIN-FOON LIU XIU QIONG HUANG ZHANG-XIN
CHEN WEN-KUI WEI XI-KUI
(*Laboratory of Insect Toxicology, South China Agricultural University, Guangzhou* 510642)

WEN FU-YI
(*Civil Aviation Administration of China, Guangdong Branch, Guangzhou* 510401)

Studies on chemical control of the pine armoured scale seriously infests pine trees were conducted during 1988 and 1989 in Guangdong Province. Through a series of screening tests for effectiveness of 16 synthetic insecticides in the laboratory, field trials and experiments by aerial spray applications of promising materials (including various formulations of oil emulsions) in the forest, we succeeded in establishing the outstandingly high effectiveness of an oil emulsion, a product which we formulated by mixing the rubber tree seed oil (or chinaberry seed oil) with the diesel oil at a ratio of 3:7 with an emulsifier in an appropriate amount. Results of field trials by ground spray application of the test materials showed that at concentration of 5%, the product gave a high control of the scale insect up to 90—100%. In two experiments using aerial spray application of the materials it was shown that this mixture when diluted with water at 1:4 equivalent to 75 kg/ha gave a control efficiency above 70%, which means much more potent than the conventional pine resin-diesel oil mixture commonly used in Hui-Ding County, Guangdong Province and other places. Meanwhile, this product was found to be safe to *Encarsia* sp. and *Aphytis* sp., hymenopterous parasites as the most important natural enemies of the pine armoured scale and proved to have no harmful effect on the environment. Furthermore, the formulation can be easily prepared as an emulsion. It is suggested that the product could be widely used for the effective control of the pine armoured scale and other insects infesting the pine trees.

Key words *Hemiberlesia pitysophila* Takagi——plant oil——mineral oil——spraying by airplane